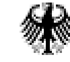
Informationsvortrag 1.3
Themenkomplex Klimawandel
Thema 3:
Anthropogene Einflüsse auf den Treibhauseffekt – Landwirtschaft & Klima



Gefördert durch:



Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Anthropogene Einflüsse auf den Treibhauseffekt
Landwirtschaft und Klima

Akteure: Berater*innen, Mitarbeiter*innen von Behörden, Landwirt*innen, Lehrer*innen, Interessenvertreter*innen, Interessierte

Lernziel: Der Einfluss des Menschen auf Steuerungsprozesse des Treibhauseffektes werden erläutert, wobei dabei ein besonderer Fokus auf den Faktor Landwirtschaft gesetzt wird.

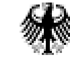
VISIT…

LANZAROTE

Caliente.com



Gefördert durch:



Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

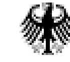
Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt

Ziel des Vortrags

Zu den natürlichen Prozessen des Klimageschehens kommen Effekte, die unbestritten vom Menschen herbeigeführt wurden. Insbesondere die Emission von Treibhausgasen trägt zu einem anthropogenen Treibhauseffekt bei.
Im Vortrag wird der Einfluss des Menschen auf das Klima erläutert sowie bedeutende Quellen klimarelevanter Elemente aufgezeigt. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Landwirtschaft die einen erheblichen Beitrag zur Treibhausgas-emission leistet.



Gefördert durch:



Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

1 Einleitung

Wie in den vorangegangenen Vorträgen erläutert, wäre ein Leben auf der Erde ohne den Treibhauseffekt nicht möglich. Allerdings wird aus Analysen von Klimastatistiken klar:
Der Mensch verstärkt den natürlichen Treibhauseffekt.
Als anthropogenen Treibhauseffekt wird der Einfluss des Menschen auf das Klima bezeichnet, da zusätzlich zum natürlichen Treibhauseffekt klimarelevante Gase emittiert werden. Bereits im frühen **19. Jahrhundert** wurde der **anthropogene Treibhauseffekt erkannt** - wird aber erst seit der Mitte des 20. Jahrhunderts systematisch erforscht.
Der 4. Sachstandsbericht des IPCC[1] (2007) fokussiert auf den **anthropogenen Klimawandel**, der daraufhin **von der UN als bewiesen angenommen** wurde. Der IPCC wurde außerdem mit dem Friedensnobelpreis ausgezeichnet. Die **Grundlagen und Kenntnisse** über die Ursachen sind heute soweit **bekannt und abgesichert**, dass die Politik national und international nach politischen Lösungen und Handlungsstrategien sucht, verabschiedet und umsetzt.

[1] www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/deutch/IPCC2007-SYR-german.pdf (IPCC siehe Vortrag 1.1)



Gefördert durch:



Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

2 Grundlagen

Ändern sich die **Konzentrationen der Treibhausgase in der Atmosphäre**, so wird die **Bilanz** von eingehender und ausgehender Strahlung verändert und das Gleichgewicht **gestört**. Das Ungleichgewicht in der Strahlungsbilanz führt zu Anpassungsprozessen, d.h. Veränderungen des Klimas, bis ein neues Gleichgewicht erreicht ist (siehe Thema/Vortrag 1.2).

Gemessen werden kann der Strahlungsantrieb, als Steuergröße für die Strahlungsbilanz, in **Watt/m²**. Ist dieser Wert positiv heißt das, es steht mehr Energie pro m² Erdoberfläche zur Verfügung, was demnach zu einer Erwärmung der Erdoberfläche und der unteren Atmosphäre.

Seit der Industrialisierung ist ein Nettozuwachs zu verzeichnen, der sich durch die erhöhte Emission klimarelevanter Gase begründen lässt. Zusätzlich wird mit den **Fluorchlorkohlenwasserstoffen** (FCKW) ein gänzlich **anthropogenes Gas** emittiert.



Abb. 1.3.1: Emission eines kleinen Kohlekraftwerks im ländlichen Russland - Foto: Illiger 2013



Gefördert durch:



Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

3 Die wichtigsten anthropogenen Treibhausgase

Die **wichtigsten (anthropogenen) Treibhausgase** sind **Kohlenstoffdioxid** (CO_2), **Methan** (CH_4), **Distickstoffmonoxid** (N_2O) und **Halogenkohlenwasserstoffe** (z.B. FCKW). Durch unterschiedliche Konzentrationen und Verweildauern in der Atmosphäre, haben diese Gase **unterschiedlich gewichtete Einflüsse auf den Treibhauseffekt**.

Spurengas	Anthropogene Quellen	Entwicklung 1800 – 2011	Anthropogene Emission pro jahr 1989 und 2000	Beitrag zum anthropogenen Treibhauseffekt
Kohlendioxid (CO_2)	Fossile Energie, Landnutzungsänderung, Holznutzung	280 ppm 391 ppm	26 +/- 3 Gt 33 +/- 3 Gt	61 %
Methan (CH_4)	Fossile Energie, Viehhaltung, Wasserfeldbau (Reis)	0,28 ppm 1,8 ppm	375 +/- 75 Gt 460 +/- 80 Gt	15 %
FCKW-Gruppe	Anthropogene Erzeugung von Treibgas in Spraydosen	0 ppm 0,5 ppm	0,7 Mt 0,3 Mt	11 %
Distickstoff-monoxid (N_2O)	Bodenbearbeitung	270 ppb 324 ppb	15 +/- 8 Gt 15 +/- 8 Gt	4 %

Profil der wichtigsten Treibhausgase. Nach Schönwiese (2003) & IPCC (2014)

Informationsvortrag 1.3
Themenkomplex Klimawandel
Thema 3:
Anthropogene Einflüsse auf den Treibhauseffekt – Landwirtschaft & Klima



Gefördert durch:



Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

3 Die wichtigsten anthropogenen Treibhausgase

Entwicklung in Deutschland seit 1990 (1990 ≙ 100 %)

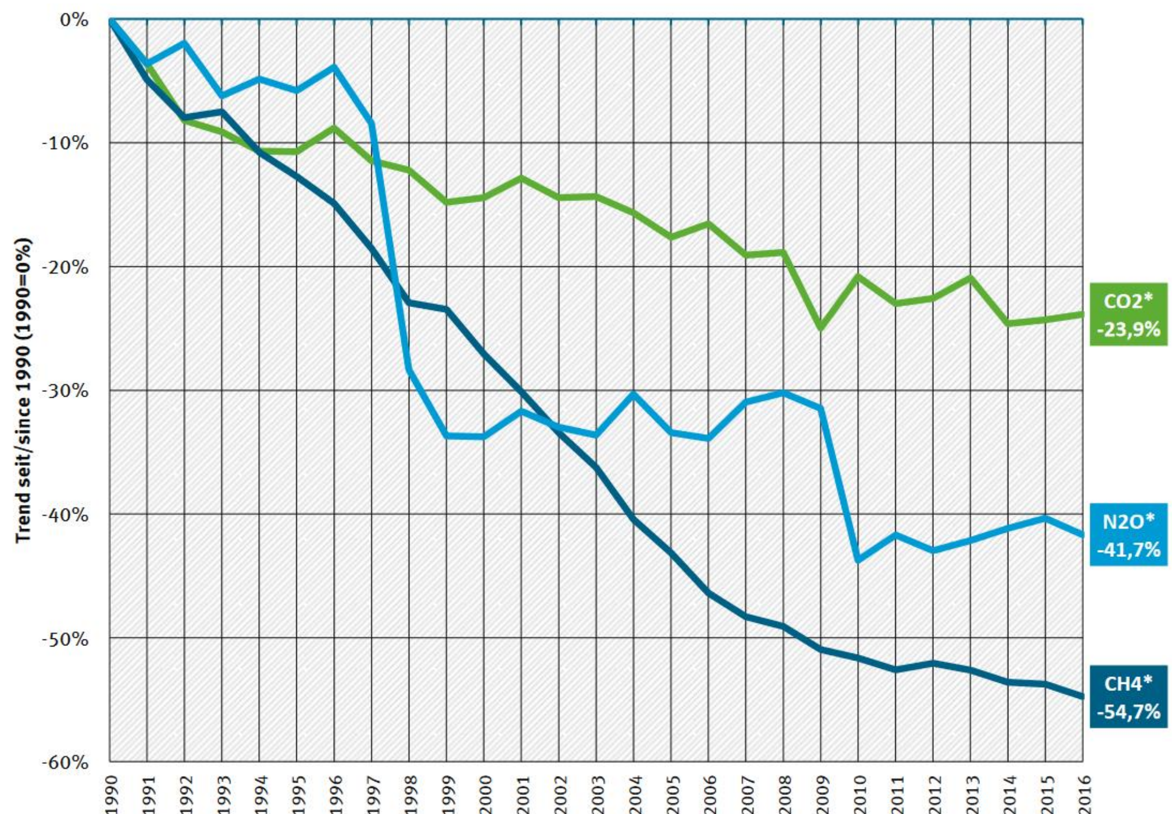
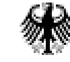


Abb. 1.3.2: Relative Entwicklung relevanter Treibhausgase in Deutschland gegenüber 1990 (UBA 2018)



Gefördert durch:



Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

3 Die wichtigsten anthropogenen Treibhausgase
Kohlenstoffdioxid (CO_2)

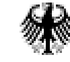
Eine große mediale Aufmerksamkeit macht CO_2 zu dem wohl bekanntesten Treibhausgas. Die **große Menge an anthropogen ausgestoßenem CO_2** ist verantwortlich für **mehr als 60 % des anthropogenen Treibhauseffekts**.

Die Relevanz des CO_2 wurde frühzeitig erkannt. Direkte Messungen gehen bis auf das Jahr 1958 zurück. In Kombination mit indirekten Messreihen können auch vorindustrielle Konzentrationen abgebildet werden. Analysen von Eisbohrkernen aus mehr als 3 km Tiefe zeigen, dass der **CO_2 Gehalt der Atmosphäre in den letzten 10.000 Jahren relativ stabil** war. **Seit** dem Jahr **1800 steigt er allerdings um über 30 % auf den mittlerweile höchsten Stand der vergangenen 650.000 Jahre (global)**. Aufgrund von Umweltschutzmaßnahmen ist dieser **Trend in Deutschland seit den frühen 1990er Jahren rückläufig** (s. Abb. 1.3.2)

Der **größte Teil** der anthropogenen Freisetzung erfolgt durch die **Verbrennung fossiler Energieträger wie Erdöl oder Kohle (95 %)**. Insbesondere der Verkehrssektor spielt eine zentrale Rolle. Daneben sind Landnutzungsänderungen (z.B. Waldrodung), Bodenerosion und das Verbrennen von Holz weitere bedeutende Quellen.



Gefördert durch:



Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

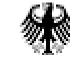
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

3 Die wichtigsten anthropogenen Treibhausgase
Methan (CH_4)

Das farb- und geruchlose Treibhausgas Methan kommt natürlich vielfältig vor und wird ständig neu gebildet. **Nach dem CO_2 gilt es als wichtigster Verursacher des Treibhauseffekts** (15 - 20 %). Die Entstehung geht hauptsächlich auf anaerobe (ohne Sauerstoff stattfindende) Gär- und Zersetzungsprozesse zurück.
Das Verhältnis von **natürlichen und anthropogener Methanemission** wird auf **etwa 50:50** geschätzt. Die Schätzungen unterliegen allerdings erheblichen Unterschieden und Unsicherheiten (vgl. Heimann et al., 2011). **Natürliche Quellen** liegen hauptsächlich in **Feuchtgebieten**, welche an sich sehr empfindlich auf Klimaveränderungen (insb. Temperaturveränderungen) reagieren. **Anthropogene Quellen** sind dabei hauptsächlich die **Landwirtschaft**, wobei hier die Viehhaltung den größeren Teil vor der Reisproduktion ausmacht.
Bei der atmosphärischen Methankonzentration gibt es parallelen zur CO_2 Emission. Während global der Wert ein Allzeithoch von über 1850 ppm erreicht, sinkt in Deutschland die Konzentration seit den frühen 1990er Jahren (vgl. Saunois 2016).



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

3 Die wichtigsten anthropogenen Treibhausgase
Distickstoffmonoxid - Lachgas (N_2O)

Ebenso wie Methan kommt **Lachgas etwa zu gleichen Teilen als natürliches und anthropogenes Spurengas** vor. Aufgrund der chemischen Reaktionsfähigkeit und der Verweildauer in der Atmosphäre (und der dort stattfindenden Reflexion der Wärmerückstrahlung) ist es allerdings **etwa 300 mal so klimawirksam wie CO_2**. Wohl aufgrund der verhältnismäßig geringen Konzentration sind Entstehungs- und Reaktionsprozesse des Lachgases relativ **wenig erforscht** – im Kyoto-Protokoll wird es als „vergessenes Gas" bezeichnet (vgl. Oberthür et al., 2013).

Eine brisante Klimarelevanz entsteht auch durch die **Reaktion mit Ozon**. Die Austauschraten der Luftmassen von Troposphäre und Stratosphäre sind allerdings kaum bekannt.

Insbesondere durch den hohen Einsatz von **stickstoffhaltigen Mineraldüngern** sowie durch den Einsatz von **organischen Düngern** wird das Gas aus (insb. schweren, feuchten) **landwirtschaftlich genutzten Böden freigesetzt**.

Wie beim CO_2 oder CH_4 steigt die globale Konzentration stetig an, wobei sie in Deutschland seit dem Ende der 1990er Jahre abnimmt.



Gefördert durch:



Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

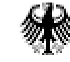
4 Landwirtschaft und Klima

Aktuelle Studien gehen davon aus, dass die **Nahrungsmittelproduktion zwischen einem Viertel und einem Drittel der globalen Treibhausgasemission** ausmacht (vgl. Reisinger 2018). Etwa die **Hälfte** davon geht auf die **Nutztierzucht** zurück. Die andere **Hälfte** setzt sich aus **indirekten Emissionen** zusammen. Das globale Bevölkerungswachstum lässt eine weiter steigende Nachfrage nach Lebensmitteln, aber auch an Bioenergie vermuten. Dabei ist die **Landwirtschaft** zugleich ein **Verursacher** von klimaaktiven Gasen, als auch **Opfer** des damit einhergehenden Klimawandels.





Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

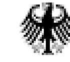
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

4 Landwirtschaft und Klima

Der Ausstoß klimarelevanter Gase in der Landwirtschaft setzt sich aus **unterschiedlichen Faktoren** zusammen. Etwa der Pflanzenbau (zur **Bioenergieproduktion**) agiert **relativ CO_2 neutral**. Durch das Pflanzenwachstum wird CO_2 aus der Atmosphäre in den entsprechenden Energiepflanzen gebunden, während es bei der Energieerzeugung (z.B. durch Verbrennung) wieder freigesetzt wird.
Der **größte Teil** der direkten Emissionen wird **in Form von Methan und Lachgas** freigesetzt. Die **Landwirtschaft** hat einen Beitrag von über **60 % der globalen Lachgasemission**, die hauptsächlich aus der Verwendung von Gülle, Mist und Kunstdüngern resultiert. Etwa die **Hälfte der globalen Methanemission** stammt aus der **Rinderzucht** und dem **Nassreisanbau** (Heidecke et al. 2018).



Gefördert durch:



Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

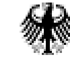
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

4 Landwirtschaft und Klima

Neben den direkt messbaren Emissionen gibt es **zudem indirekte Faktoren**, die einen nicht unerheblichen Beitrag insbesondere zur CO_2-Emission leisten. Diese sind vor allem **Landnutzungsänderungen**, die zur Produktion von Nahrung dienen. Ein Großteil der Erdoberfläche wurde, insbesondere in den letzten 150 Jahren, durch den Menschen umgewandelt und nutzbar gemacht (vgl. Ellis & Erle 2011). Durch Flächenumnutzungen, z.B. durch das **Roden von Wäldern** oder dem **Pflügen von Grasland**, werden **Kohlenstoffsenken** in **Kohlenstoffquellen** umgewandelt. Dieser Prozess wurde in den letzten Jahren intensiv wissenschaftlich untersucht (vgl. Anantha et al. 2017; El Shater et al. 2016; Gonzales et al. 2018; Lal 2004; Srinivasrao et al. 2017; ect.).
Insbesondere die **Nutztierproduktion** sowie die damit in Verbindung stehende **Futtermittelproduktion** geht somit einher mit **direkten und indirekten Emissionen** von klimaaktiven Gasen. **Entwaldung**, das **Trockenlegen von Mooren** oder eine intensive **Bodenbearbeitung** führen zum **Verlust der ursprünglichen Ökosystemfunktionen**, haben **Effekte auf** das **Mikro- und Mesoklima** und beeinflussen den **Landschaftswasserhaushalt**.



Gefördert durch:



Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

4 Landwirtschaft und Klima

Globaler Beitrag der Landwirtschaft zur Treibhausgasemission:

Total:	**17 - 32 %**

Dies ist unterteilt in:

Direkte Methan und Lachgasemissionen:	**10 - 12 %**
Düngemittelproduktion und Ausbringung:	**0,6 - 1,2 %**
Betriebliche Prozesse:	**0,2 - 1,8 %**
(z.B. Treibstoffverbrauch bei Aussaat und Ernte etc.)	
Landnutzungsänderung:	**6 - 17 %**
(z.B. Humusverlust durch Ackerbauliche Nutzung von vormals bewaldeter Fläche)	

(nach Bellarby et al. 2008)



Gefördert durch:

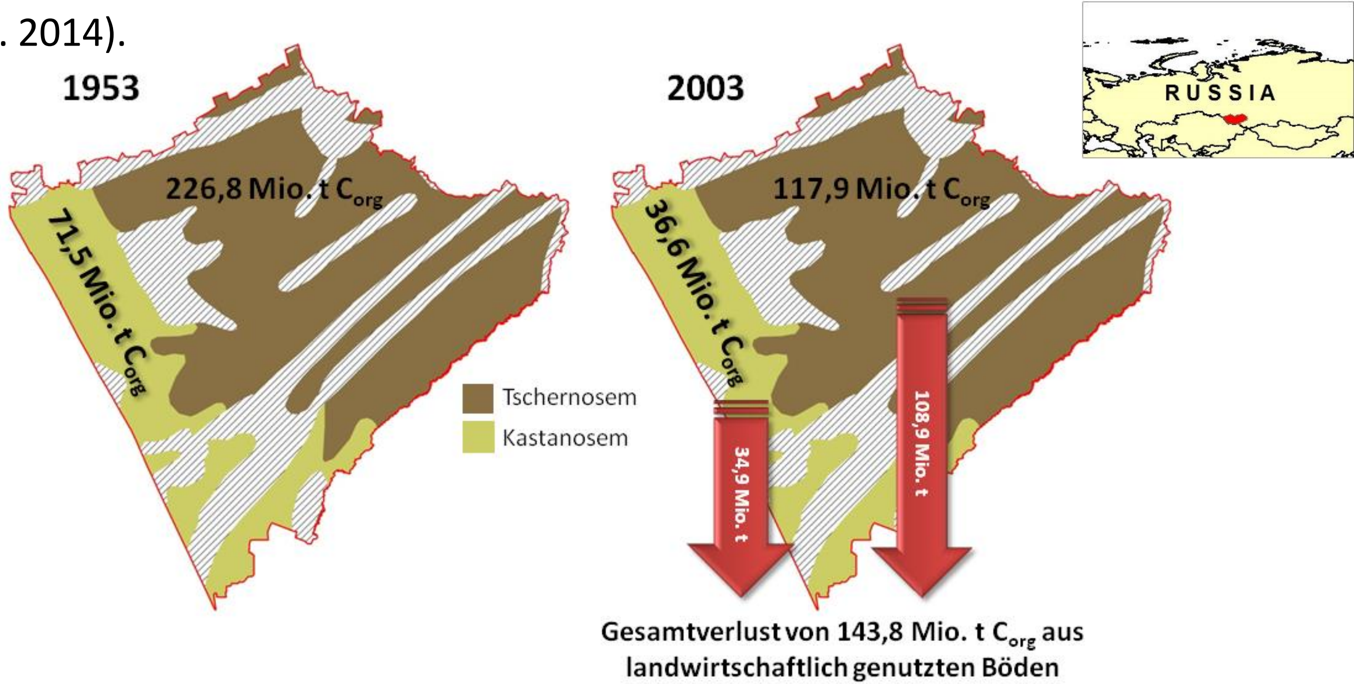


Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

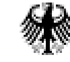
4 Landwirtschaft und Klima

Die folgende Abbildung zeigt vereinfacht die **Folgen der Umwandlung von Grasland zu Ackerland** am Beispiel einer russischen Steppe. In Südsibirien wurde durch den landwirtschaftlich bedingten Humusverlust eine **Kohlenstoffsenke zu** einer **Kohlenstoffquelle** (Illiger et al. 2014).





Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

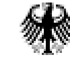
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

4 Landwirtschaft und Klima

Eine **zentrale Rolle** in Klimaprojektionen spielt dabei das **Verbraucherverhalten**. Die Menge der **Emissionen** steht **in direktem Zusammenhang** mit dem **Konsumverhalten** der Verbraucher. Die **Vermeidung von Überproduktionen** oder allgemein eine gesunde Lebensweise, z.B. durch **eingeschränkten Fleischkonsum**, können zu einer **Reduzierung von Treibhausgasemissionen** beitragen.
Jedoch gehen **übereinstimmende Projektionen** von dem **Gegenteil** aus. Die steigende Weltbevölkerung und ein gesteigerter Fleischkonsum verlangen in den **kommenden Jahrzehnen** wahrscheinlich eine **Mehrproduktion von über 70 %** an landwirtschaftlichen Erzeugnissen (EEA 2016). Dadurch entsteht ein **komplexes Problem**, welches gleichzeitig globale Strategien zur klimaangepassten Landwirtschaft sowie zur Energie- und Lebensmittelsicherheit erfordert.
Auf die konkreten Folgen und Anpassungsstrategien wird in den Folgenden Kapiteln näher einzugehen sein.



Gefördert durch:



Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

5 Zusammenfassung

- Treibhauseffekt ist natürlicher Effekt, der durch den Menschen verstärkt wird
- Anthropogener Klimawandel von IPCC belegt und von UN als bewiesen anerkannt
- Veränderte Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre – veränderte Strahlungsbilanz
- Die wichtigsten anthropogenen Treibhausgase sind: Kohlenstoffdioxid (CO_2); Methan (CH_4), Distickstoffmonoxid/Lachgas (N_2O) und Halogenkohlenwasserstoffe (z.B. FCKW)
- Global steigt die atmosphärische Konzentration – in Deutschland zeigt sich seit 1990er Jahren gegenläufiger Trend
- Nahrungsmittelproduktion an etwa einem Drittel der globalen Treibhausgasemissionen beteiligt
- Landwirtschaftliche Emissionen haben vielfältige (direkte und indirekte) Quellen; direkte Methan und Lachgasemissionen; Düngemittelproduktion und Ausbringung; Betriebliche Prozesse; Landnutzungsänderungen
- Kohlenstoffsenken werden durch Landnutzungsänderungen zu Kohlenstoffquellen
- Verbraucherverhalten wird sich in den kommenden Jahrzehnten verändern; steigende Weltbevölkerung und erhöhter Fleischkonsum

Informationsvortrag 1.3

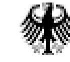
Themenkomplex Klimawandel

Thema 3:

Anthropogene Einflüsse auf den Treibhauseffekt – Landwirtschaft & Klima



Gefördert durch:



Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Literatur und weiterführende Links

Bellarby J, Foereid B, Hastings A, Smith P (2008): Cool Farming: Climate Impacts of agriculture and mitigation potential. University of Aberdeen (for Greenpeace).

Heidecke C, Montgomery H, Stalb H, Wollenberg L (eds) (2018): International Conference on Agricultural GHG Emissions and Food Security, Connecting research to policy and practice; September 10 – 13, Berlin, Germany; Volume of Abstracts.

Heimann, M. (2011). Atmospheric science: Enigma of the recent methane budget. *Nature*, *476*(7359), 157.

Illiger, P.; Frühauf, M.; Schmidt, G; Meinel, T.; Belaev, V.I.; Silanteva, M.M.; & M. Kasarjyan (2014): Ökosystemkonversion und ihre Folgen bezüglich der Kohlenstoffsenken-Funktion in der westsibirischen Kulundasteppe. In: Grunwald, K., Bastian, O., Drozdov, A. & V. Grabovsky (Hrsg.) (2014): Erfassung und Bewertung von Ökosystemdienstleistungen (ÖSD) – Erfahrungen insbesondere aus Deutschland und Russland. Bfn-Skripten. 373. pp: 300-319. Bonn.

IPCC (2014): [Team, C. W., Pachauri, R. K., & Meyer, L. A.]. climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I. II and III to the Fifth Assessment Report of the intergovernmental panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 151.

Oberthür, S., & Ott, H. E. (2013). Das Kyoto-Protokoll: Internationale Klimapolitik für das 21. Jahrhundert. Springer-Verlag.

Reisinger, A (2018): Agriculturasl GHG. In: International Conference on Agricultural GHG Emissions and Food Security, Volume of Abstracts. Thünen Working Paper 103.

Saunois, M., R.B. Jackson, P. Bousquet, B. Poulter and J.G. Canadell (2016): The growing role of methane in anthropogenic climate change, Environmental Research Letters, 11.

Schönwiese, C.D. (2003) Klimatologie, Edition3, UTB, Ulmer

UBA (2018): Climate Change 12/18 – Berichterstattung unter der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2018. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2016. Umweltbundesamt/UNFCCC Submissions. ISSN 1862-4359.

Die Informationsvorträge sind Teil des Weiterbildungsangebotes im Rahmen des Projektes:
BIKASA – Bildungsmodule zur Klimaanpassung für den Agrarsektor Sachsen-Anhalts

Herausgeber:
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Institut für Geowissenschaften und Geographie
Von-Seckendorff-Platz 4
06120 Halle (Saale)

Patrick Illiger | Dr. Detlef Thürkow | Dr. Gerd Schmidt | Dr. Anne-Kathrin Lindau | Christopher Krause

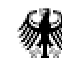
Informationsvortrag 1.3

Themenkomplex Klimawandel

Thema 3:
Anthropogene Einflüsse auf den Treibhauseffekt – Landwirtschaft & Klima



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages